

# Métodos de Segmentação Automática de Sinais de Eletromiografia de Superfície para Classificação de Movimentos Utilizando RNA

Vicente Cunha

Alexandre Balbinot (orientador)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, dezembro de 2015

# Sumário

Métodos de  
Segmentação  
Automática  
de Sinais de  
sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com  
Diferentes  
Combinações de  
Parâmetros

Resultados  
Utilizando  
Parâmetros  
Selecionados

Conclusões

## 1 Introdução

## 2 Metodologia

- Detalhes sobre Bases de Dados
- MTD1
- MTD2
- MTD3
- MTD4
- Detalhes de Implementação dos Métodos e RNA

## 3 Resultados

- Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros
- Resultados Utilizando Parâmetros Selecionados

## 4 Conclusões

# Eletromiografia

## Principais aplicações

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

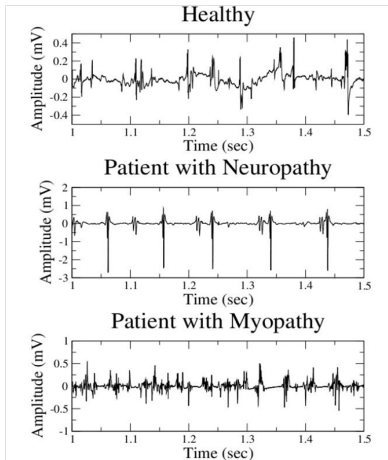
Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

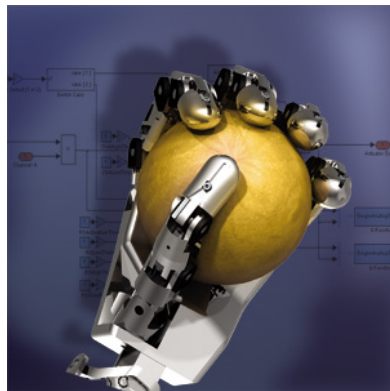
Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

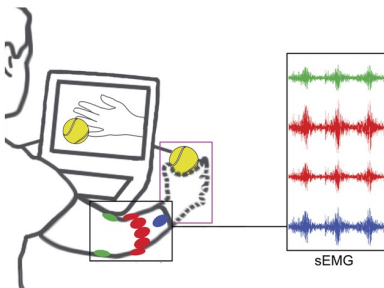
Conclusões

## Diagnóstico de desordens neuromusculares



## Atuação de Próteses Mioelétricas





## Etapas Necessárias para a Classificação de Movimentos

- Segmentação do Sinal em Trechos de Interesse
- Extração de Características dos Segmentos
- Treinamento de RNA

## Objetivos deste Trabalho

Proposição e implementação de métodos de segmentação automática e consequente classificação de movimentos utilizando RNA.

# NinaPro

## Posicionamento de Eletrodos 12 Canais

Métodos de  
Segmentação  
Automática  
de Sinais de  
sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

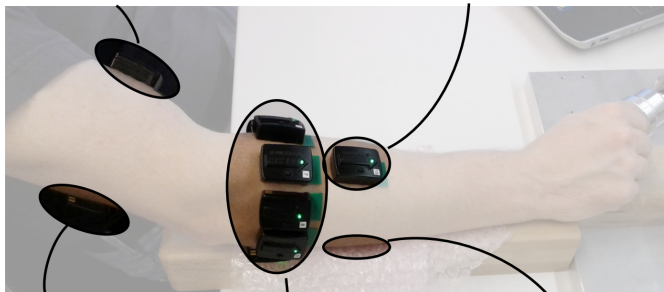
Testes com  
Diferentes  
Combinações de  
Parâmetros

Resultados  
Utilizando  
Parâmetros  
Selecionados

Conclusões

11 Bíceps

10 Extensor dos Dedos



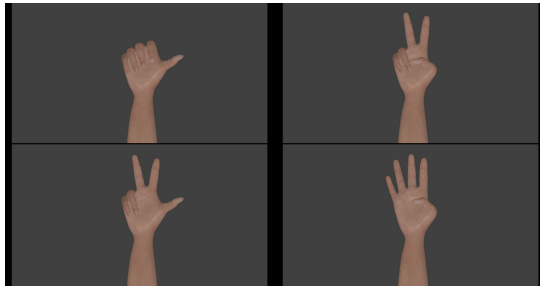
12 Tríceps (1 - 8): eletrodos  
igualmente espaçados  
em torno da articulação  
úmero-radial

9 Flexor  
Superficial  
dos Dedos

# Rotina de Aquisição

Voluntários replicam movimentos apresentados em vídeo

## Repetição de Movimentos em Vídeo



**17 diferentes movimentos de mão e punho**

6 repetições por movimento

5 segundos de duração por repetição

3 segundos de pausa entre repetições

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

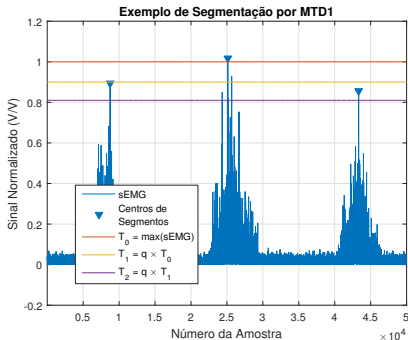
Conclusões

Método iterativo utilizando threshold de amplitudes  
Segmentos de comprimento constante

Cunha

MTD1

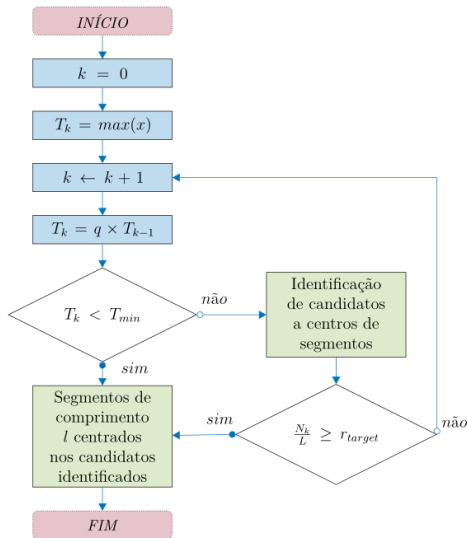
Baseado em Chauvet et al. (2001)



- $T_0 = \max(x)$
- $r_k = \frac{N_k}{L}$
- $T_k = q \times T_{k-1}$
- $r_k > r_{\text{target}}?$
- $T_k < T_{\min}?$

# MTD1 (Fluxograma)

Método iterativo utilizando threshold de amplitudes  
Segmentos de comprimento constante

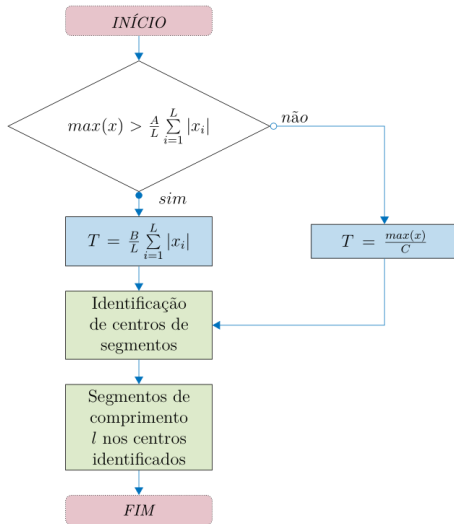




# MTD2

Método não-iterativo utilizando threshold de amplitudes  
Segmentos de comprimento constante

Baseado em Katsis et al. (2006)



# MTD3

Método com janela deslizante utilizando variação total  
Segmentos de comprimento variável

Métodos de  
Segmentação  
Automática  
de Sinais de  
sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

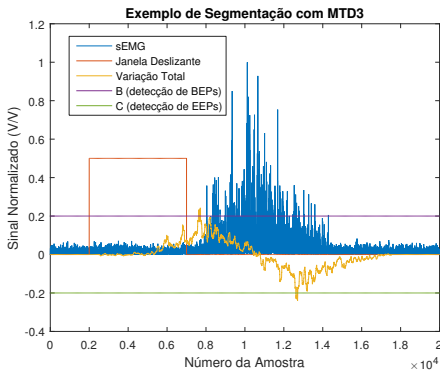
Resultados

Testes com  
Diferentes  
Combinações de  
Parâmetros

Resultados  
Utilizando  
Parâmetros  
Selecioneados

Conclusões

Baseado em Gut e Moschytz (2000)



$$V = \sum_{i=w_0+1}^{w_0+W} (x_i - x_{i-1})$$

• BEPs:  $V > B?$

• EEPs:  $V < C?$

# MTD4

Método com janela deslizante utilizando threshold  
Segmentos de comprimento variável

Métodos de  
Segmentação  
Automática  
de Sinais de  
sEMG  
Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

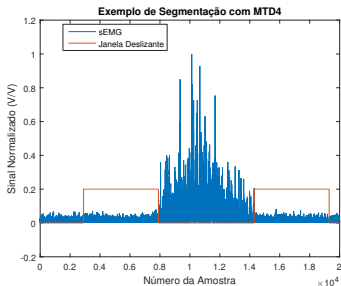
Resultados

Testes com  
Diferentes  
Combinações de  
Parâmetros

Resultados  
Utilizando  
Parâmetros  
Selecionados

Conclusões

Baseado em Pattichis, Schizas e Middleton (1995)



● BEPs:  $\max(x) > T?$

● EEPs:  $\max(x) < T?$

# Detalhes de Implementação

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

Conclusões

## Preprocessamento

- Retificação
- Normalização

## Características Extraídas

- RMS
- Variância
- Frequência Mediana

## Bases de Dados Utilizadas

- Ninapro: 40 voluntários
- IEE: 10 voluntários

## Agrupamento por DBSCAN

A partir da densidade de posições de segmentos obtidas nos diferentes canais, identifica-se os segmentos referentes a um mesmo trecho de interesse.

Segmentação final é realizada nas posições médias de grupos de segmentos.

# RNA

## Treinamento e simulação de redes neurais artificiais

Métodos de  
Segmentação  
Automática  
de Sinais de  
sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com  
Diferentes  
Combinações de  
Parâmetros

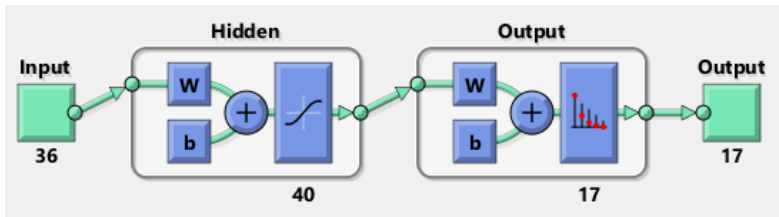
Resultados  
Utilizando  
Parâmetros  
Selecionados

Conclusões

### Divisão de Grupos para Treino, Validação e Teste

Para  $N_{\zeta}$  segmentos obtidos referentes à classe de movimento  $\zeta$

- Grupo de Treino: primeiros  $N_{\zeta} - 2$  segmentos
- Grupo de Validação: segmento de índice  $N_{\zeta} - 1$
- Grupo de Teste:  $N_{\zeta}$ -ésimo segmento



# Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

## MTD1 e MTD2

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

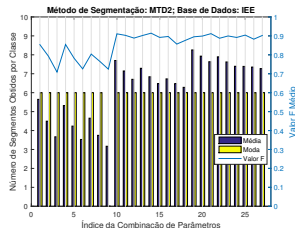
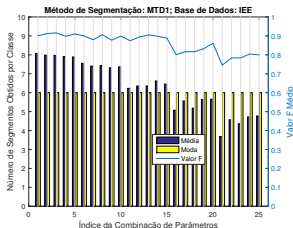
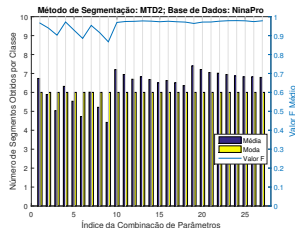
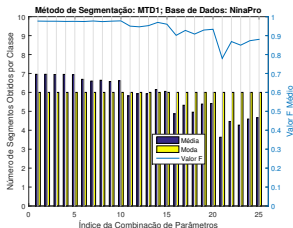
Implementação

Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

Conclusões



# Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

## MTD3 e MTD4

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

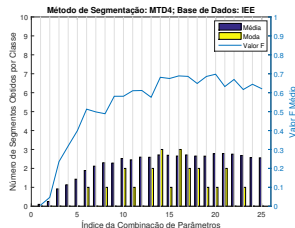
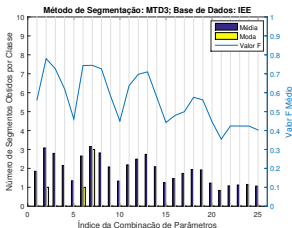
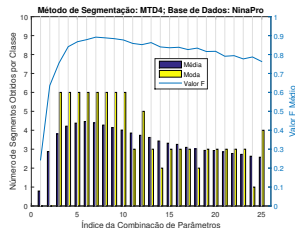
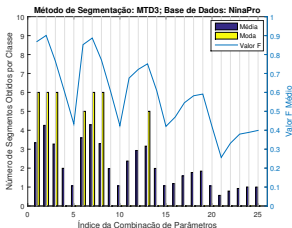
Implementação

Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

Conclusões



# Parâmetros Seleccionados

Combinações de parâmetros de cada método com média de número de segmentos obtidos por classe mais próximo de 6

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

Conclusões

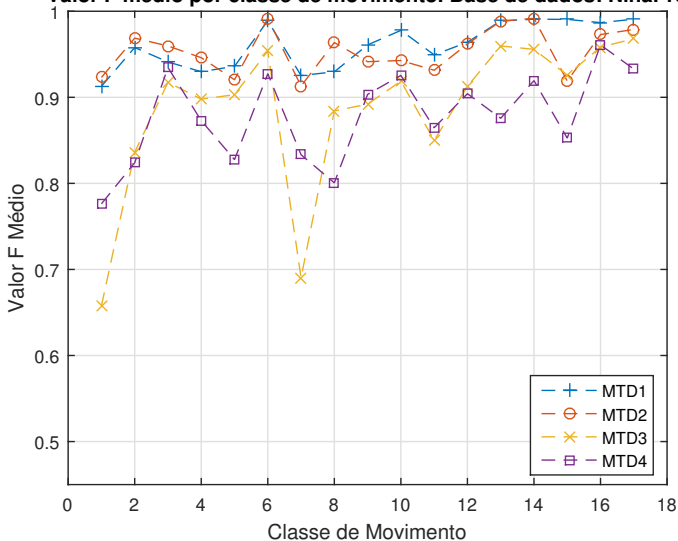
Método	Base de dados	Índice	Parâmetros			Média de Segmentos por Classe	Moda de Segmentos por Classe
MTD1	NinaPro	15	$q = 0.95$	$T_{lim} = 0.15$		6,05	6
	IEE	11	$q = 0.75$	$T_{lim} = 0.15$		6,23	6
MTD2	NinaPro	7	$A = 60$	$B = 8$	$C = 2$	6,01	6
	IEE	18	$A = 100$	$B = 8$	$C = 5$	6,28	6
MTD3	NinaPro	7	$B = 0.10$	$C = -0.10$		4,29	6
	IEE	7	$B = 0.10$	$C = -0.10$		3,15	3
MTD4	NinaPro	6	$T = 0.06$			4,46	6
	IEE	21	$T = 0.21$			2,78	2



# Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

## Valor F por Classe de Movimento, Base de Dados NinaPro

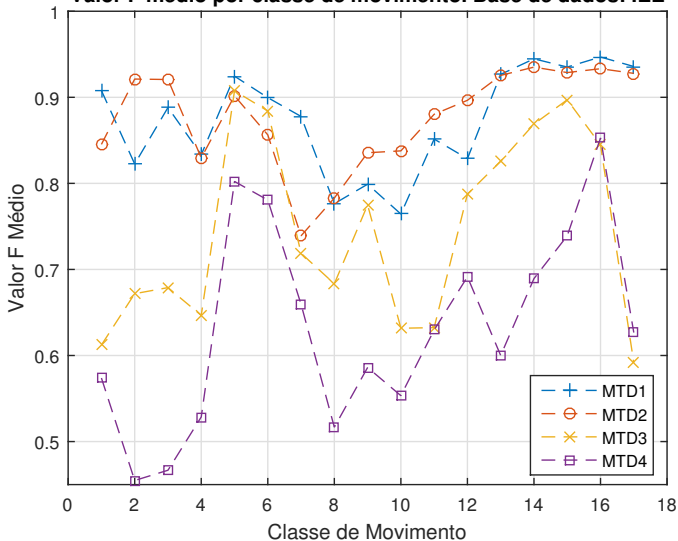
Valor F médio por classe de movimento. Base de dados: NinaPro



# Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

## Valor F por Classe de Movimento, Base de Dados IEE

**Valor F médio por classe de movimento. Base de dados: IEE**



# Conclusões

Métodos de Segmentação Automática de Sinais de sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com Diferentes Combinações de Parâmetros

Resultados Utilizando Parâmetros Seleccionados

Conclusões

MTD1 e MTD2 obtiveram valores F médio cerca de 17% maiores que MTD3 e MTD4

- Valores F de classificação similares com MTD1 e MTD2
- Com MTD3 e MTD4 não foi possível obter moda 6 de número de segmentos na base IEE

**Maiores Valor F médio (NinaPro): 0,96**

- 6 (flexão de todos os dedos ao punho)
- 14 (extensão de punho)
- 16 (desvio ulnar do punho)
- 17 (extensão de punho com mão cerrada)

**Menores Valor F médio (NinaPro)**

- 1 (polegar esticado, flexão dos outros dedos): 0,81
- 7 (extensão do indicador em movimento de “apontar”): 0,84

Métodos de  
Segmentação  
Automática  
de Sinais de  
sEMG

Cunha

Introdução

Metodologia

Bases de Dados

MTD1

MTD2

MTD3

MTD4

Implementação

Resultados

Testes com

Diferentes

Combinações de

Parâmetros

Resultados

Utilizando

Parâmetros

Selecionados

Conclusões

Obrigado!